



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 42 41 938 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
A 61 B 1/04
A 61 B 1/06
H 04 N 13/02

②1 Aktenzeichen: P 42 41 938.7
②2 Anmeldetag: 11. 12. 92
④3 Offenlegungstag: 16. 6. 94

IN SEARCH REPORT
ILA 13863200

DE 42 41 938 A 1

⑦1 Anmelder:
Karl Storz GmbH & Co, 78532 Tuttlingen, DE

⑦4 Vertreter:
München, W., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 80689
München; Steinmann, O., Dr., Rechtsanw., 81677
München

⑦2 Erfinder:
Irion, Klaus M., Dr.-Ing., 7206 Emmingen-Liptingen,
DE

⑤4 Endoskop insbesondere mit Stereo-Seitblickoptik

⑤7 Beschrieben wird ein Endoskop mit einem Endoskop-
schaft, an dessen distalem Ende ein Festkörper-Bildaufnah-
mesystem angeordnet ist, das in Art einer Seitblickoptik
ausgebildet ist.
Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß das Festkör-
per-Bildaufnahmesystem wenigstens zwei Bildaufnehmer
aufweist, und daß der Endoskopschaft im distalen Bereich
derart abwinkelbar ist, daß die Blickrichtung eines Festkör-
per-Bildaufnahmesystems in etwa parallel zur Achse des
proximalen Teils des Endoskopschaftes ist. Ferner ist der
Endoskopschaft zudem derart abwinkelbar, daß die Blick-
richtung des Festkörper-Bildaufnahmesystems in etwa ko-
axial mit der Achse des proximalen Teils des Endoskop-
schaftes ist.

DE 42 41 938 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 04. 94 408 024/294

15/36

Die Erfindung bezieht sich auf ein Endoskop mit einem Endoskopschaft, an dessen distalem Ende ein Festkörper-Bildaufnahmesystem angeordnet ist, das in Art einer Seitblickoptik ausgebildet ist.

Der Einsatz von Endoskopen in der Chirurgie hat sich mittlerweile erfolgreich bewährt und dient neben den herkömmlichen chirurgischen Operationstechniken in vielen Fällen als ein minimal invasives Alternativ-Verfahren, das den Vorteil weit geringerer Belastung für den Patienten und wesentlich kürzere Heilungszeiten ermöglicht. Neben den Anwendungen zu Zwecken von inkorporalen Manipulationen, bspw. durch geeignetes Endoskopbesteck zum Behandeln von krankhaften Körperstellen, finden Endoskope vornehmlich ihren Einsatz als Beobachtungs- und Untersuchungsmittel von Hohlräumen innerhalb des menschlichen Körpers.

Neben den hinlänglich bekannten, konventionellen starren Stablinsen-Endoskopen, die nur über einen einzigen optischen Sichtkanal verfügen und dem Operateur nur ein zweidimensionales Abbild des Beobachtungsraumes verschaffen, sind Endoskopsysteme bekannt, die aufgrund der Nutzung stereoskopischer Optiksysteme das Operationsumfeld in seiner räumlichen Anordnung wiederzugeben vermögen.

Erste Überlegungen zur räumlichen Betrachtung mit Hilfe von Endoskopen, den sog. Stereoendoskopen, gehen bspw. auf die deutsche Patentschrift DE 1 64 966 aus dem Jahre 1904 zurück. Es handelt sich hierbei um zwei getrennte, optische Betrachtungswege, die den Anblick eines Objektes, das dem distalen Ende des Endoskops gegenüberliegt, aus zwei unterschiedlichen Blickrichtungen gestattet. Der proximale Teil des Endoskops ist mit einem Doppelokularansatz verbunden, der die Beobachtung des Objektes mit beiden Augen gleichzeitig ermöglicht.

Neben der reinen visuellen Betrachtung des Operateurs ist es aus einer Vielzahl von Gründen erwünscht und bei den minimalinvasiven endoskopischen Operationstechniken sogar notwendig, die Darstellung des Operationsgebietes videotecnisch über eine Kamera-Monitor-Einheit zu realisieren. Darüber hinaus kann das endoskopische Vorgehen videotecnisch gespeichert werden, so daß eine eingehendere Betrachtung auch nach dem Eingriff möglich ist. In diesem Zusammenhang ist es bspw. für das beschriebene, konventionelle, optische Stereo-Endoskop-System erforderlich, daß auf die zwei getrennten optischen Beobachtungssysteme proximal jeweils ein Kamerasystem angekoppelt werden muß. Derartige Ankoppelvorgänge erfordern jedoch zum Teil sehr aufwendige Justierarbeiten, die ferner den Umgang mit dem Endoskop entscheidend erschweren. Hinzu kommt, daß bei den beschriebenen, optischen Stereosystemen die in dem Endoskop vorhandenen optischen Elemente, bspw. Stablinsen, in ihren Führungsrohren eine gewisse laterale Beweglichkeit aufweisen, wodurch eine systembedingte Unschärfe zumindest bei der Justierung des Systems nicht zu verhindern ist.

Alternativ zur konventionellen Bildübertragung zwischen dem distalen Ende und dem proximalen Ende des Endoskops mit Hilfe von optischen Komponenten (Abbildungslinsen, Lichtleitfaseranordnungen, u.ä.) werden verstärkt auch Video-Bildaufnehmer, wie bspw. CCD-Chips verwendet. Es ist deshalb mehrfach vorgeschlagen worden, anstelle der herkömmlichen optischen Übertragungssysteme in der Bildebene der jeweils di-

stal angeordneten Objektive einen Bildaufnehmer anzuordnen, der mittels eines Übertragungssystems mit einer proximal angeordneten Versorgungseinheit verbunden ist. Hierzu wird exemplarisch auf die US-Patentschriften 4 235 447 oder 4 261 344 verwiesen.

Hierbei finden Festkörper-Bildaufnahmeverrichtungen, unter denen ladungsgekoppelte Sensorentypen, bspw. CCD-arrays am geeignetsten erscheinen, weitverbreitete Anwendung.

Die distale Anordnung derartiger Bildaufnahmesysteme weist u. a. den Vorteil auf, daß die Bildübertragung vom distalen Ende zum proximalen Ende des Endoskops elektronisch vollzogen werden kann, d. h. die Signalübertragung erfolgt über entsprechende elektrische Leitungen. Flexiblere Endoskopführungen ohne optische Verzerrungen können somit gewährleistet werden. Ebenso fallen die erheblichen Kostenanteile für das optische Stablinsenübertragungssystem weg, wodurch "elektronische Beobachtungsendoskope" günstiger produziert werden können.

Aus den US-Patentschriften 4 699 125 oder 4 926 257 gehen derartige Endoskope hervor, an deren distalen Ende Bildaufnahmesysteme vorgesehen sind, die im wesentlichen aus einem Objektiv und einem Festkörperbildaufnahmeelement, vorzugsweise CCD-Array, zusammengesetzt sind.

Vergleichbare elektronische Endoskope sind ferner in folgenden Druckschriften beschrieben: US-PS 5 050 584, US-PS 4 989 586 sowie DE-OS 38 06 190.

Bei den genannten Endoskopen ist in der Bildebene des distal angeordneten Objektivs ein Halbleiterbildaufnehmer derart angeordnet, daß die lichtempfindliche Sensorfläche mit der Achse des Endoskops einen 90°-Winkel einschließt. Mit dem Ziel der Verringerung des Endoskopquerschnittes im distalen Bereich sind somit zumindest durch die dzt. kleinstmögliche Dimensionierung von Festkörper-Bildaufnahmesensoren Grenzen gesetzt.

Alternativ zu den sog. Geradeausblick-Endoskopen, wie sie aus dem vorgenannten Stand der Technik zu entnehmen sind, bieten sog. Seitblick-Endoskope mit parallel zur Endoskopachse ausgerichteten Flächensensoren eine weitergehende Minimierung des Endoskopquerschnittes. Derartige Vorrichtungen gehen bspw. aus der US-PS 4 685 451, US-PS 4 562 831 sowie aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 32 33 924 hervor. Seitblickendoskope, deren Blickrichtung senkrecht zur Endoskopachse und somit auch zur Einführbewegung des Endoskops gerichtet sind, dienen in erster Linie zur gastroenterologischen Beobachtung und Untersuchung des Duodenums (Zwölffingerdarm) und weiterführenden Behandlungen im Gallengang, welcher gegenüber dem Duodenum um nahezu 90° abgelenkt ist. Zwar ist mit diesem Aufbau der Endoskopquerschnitt zu reduzieren, jedoch ist der Operateur nicht in der Lage den Bereich zu beobachten, in den das Endoskop in Bewegungsrichtung eindringt.

Im Gegensatz zu den elektronischen Endoskopen, die nur über ein einziges Bildaufnahmesystem verfügen, geht aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 38 06 190 eine elektronische Endoskopeinrichtung mit jeweils zwei Abbildungsvorrichtungen hervor, die unter Verwendung von Festkörperbildaufnehmern dem Operateur einen räumlichen Eindruck vom Beobachtungsbereich des Endoskops ermöglichen. Zwar bietet die paarweise Anordnung der Bildaufnahmesysteme in Geradeausblickrichtung am distalen Ende des Endoskops dem Operateur einen Beobachtungsbereich, der

unmittelbar vor der Endoskopspitze liegt und ermöglicht somit eine kontrollierte Bewegung des Endoskops ins Körperinnere. Durch die Forderung mit möglichst geringen Endoskopdurchmessern zu arbeiten, kann jedoch die gegenseitige Beabstandung der Bildaufnahmesysteme, die sog. Stereobasis, nicht allzu grob gewählt werden. Diese Forderung steht jedoch der Möglichkeit der Steigerung des räumlichen Seheindrucks und somit einer möglichst groben Stereobasis, diametral entgegen. Darüber hinaus sind unter Einhaltung möglichst geringer Endoskopdurchmesser, bei dieser Anordnung Festkörper-Bildsensoren mit sehr geringen Abmessungen und somit auch schlechterer Auflösung einsetzbar.

Aus der DE 39 21 233.5 geht unter anderem aus der Fig. 4 ein elektronisches Stereoendoskop in Geradeausblickrichtung hervor. Hierzu werden zwei getrennt voneinander bewegbare Bildaufnahmesysteme aus der koaxialen Lage zur Endoskopachse seitlich ausgeschwenkt, so daß die Stereobasis erheblich vergrößert werden kann. Durch den seitlich ausschwenkbaren Klappmechanismus beider Bildaufnahmesysteme kann jedoch auch dem Forderung eines möglichst geringen Endoskopquerschnittes Rechnung getragen werden. Der vorgeschlagene Lösungsweg bietet zwar dem Operateur einen räumlichen Eindruck des Beobachtungsfeldes in Geradeausblickrichtung, er läßt jedoch weitere Freiheitsgrade nicht zu. Außerdem erscheint die genaue Positionierung der beiden Aufnahmesysteme zueinander problematisch.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Endoskop mit einem Endoskopschaft, an dessen distalem Ende ein Festkörper-Bildaufnahmesystem angeordnet ist, das in Art einer Seitblickoptik ausgebildet ist, derart weiterzubilden, daß bei möglichst minimalen Endoskopquerschnitt ein möglichst optimaler räumlicher Eindruck des Sichtfeldes erreichbar ist. Ferner soll die dreidimensionale Beobachtung möglichst den gesamten Hohlraum, innerhalb dem das Stereoendoskop eingeführt ist, erfassen. Dem Operateur soll ein möglichst einfach zu bedienendes Beobachtungswerkzeug gegeben werden, das bspw. die Notwendigkeit von Justierungen an der Optik während des Gebrauchs vollkommen ausschließt und die Handhabung weitgehend vereinfacht, so daß die räumliche Orientierung jederzeit unproblematisch ist. Außerdem sollen möglichst großflächige Bildsensoren mit entsprechend hoher Bildauflösung zum Einsatz kommen.

Die Erfindung geht von dem Grundgedanken aus, daß das distale Ende eines Seitblickendoskops, das wenigstens zwei Bildaufnehmer aufweist, sowohl in einer Stellung die Seitblickrichtung und in einer zweiten Stellung die Geradeausblickrichtung einnimmt. Durch die Umstellung der Blickrichtung des Bildaufnahmesystems um wenigstens 90° kann bspw. durch zusätzlicher Drehung des Endoskops um dessen Längsachse die Gesamtheit eines Hohlraums erfaßt werden.

Eine erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe ist in den Ansprüchen 1 und 2 gekennzeichnet. Erfindungsgemäß weist das Endoskop mit einem an seinem distalen Ende angebrachten Festkörper-Bildaufnahmesystem, das in Art einer Seitblickoptik ausgebildet ist, wenigstens zwei Bildaufnehmer auf. Zusätzlich ist der Endoskopschaft im distalen Bereich derart abwinkelbar, daß die Blickrichtung des Festkörper-Bildaufnahmesystems in etwa parallel zur Achse des proximalen Teils des Endoskopschaftes ausgerichtet werden kann. Ebenso ist es erfindungsgemäß möglich, die Blickrichtung des Festkörper-Bildaufnahmesystems in etwa koaxial mit der

Achse des proximalen Teils des Endoskopschaftes anzuordnen.

In anderen Worten ausgedrückt, besteht der allgemeine Erfindungsgedanke darin, ein Stereobildaufnahme-Endoskop für den Eindringvorgang in den Hohlraum mit möglichst geringem Querschnitt des Endoskopschaftes zu realisieren, gleichwohl aber für eine möglichst grobe Stereobasis bei gleichzeitiger Verwendung großflächiger Festkörper-Bildsensoren mit hoher Bildauflösung zu sorgen, um einen möglichst ausgeprägten dreidimensionalen Seheindruck zu gewährleisten. Hierbei sind die Bildaufnahmesysteme im distalen Bereich des Endoskopschaftes in Seitblickrichtung derart vorgesehen, so daß die lichtempfindlichen Festkörper-Bildsensoren in Endoskoplängsachse hintereinander angeordnet sind. Dies hat den Vorteil, daß der kleinste Endoskopschaftquerschnitt nicht von beiden Dimensionen eines Bildsensors abhängt, sondern nur von einer Sensorlängsseite. Eine möglichst geringe Endoskopquerschnittsbemessung ist somit möglich.

Ist das Endoskop innerhalb des zu beobachtenden Hohlraumes eingebracht, so ist die am distalen Endoskopende angebrachte Beobachtungseinheit aus einer Seitblickrichtung erfindungsgemäß in eine zweite Stellung, die eine Geradeausblickrichtung ermöglicht, überführbar. Zur einfacheren Handhabung des Endoskops für den Operateur ist vorzugsweise eine definierte Lageänderung des Endoskopschaftes zwischen Seitblickrichtung und Geradeausblickrichtung vorgesehen. Die Handhabung wird für den Operateur wesentlich vereinfacht und die Zuordnung zwischen Seitblick- und Geradeausblickrichtung wird dadurch vereinfacht. Die Orientierung im Hohlraum durch zwei vorgegebene Blickrichtungseinstellungen wird dadurch verbessert.

Natürlich kann je nach Anwendungsfall auch eine kontinuierliche Bewegung des Endoskopschaftes in mehrere Richtungen erfolgen.

Eine zur Endoskoplängsachse koaxial angeordnete Blickrichtung des abgewinkelten Endoskopschaftes am distalen Bereich wird erfindungsgemäß derart ermöglicht, daß durch eine 90° Abwinkelung relativ zur Endoskoplängsachse das Festkörper-Bildaufnahmesystem quasi in Geradeausblickrichtung umklappbar ist. Die diskrete Deformation des Endoskopschaftes kann mit Hilfe (gemäß Anspruch 9) einer im distalen Bereich des Endoskopschaftes vorgesehenen Baueinheit, die in bevorzugter Weise aus einem Werkstoff mit thermischen oder mechanischen Gedächtnisvermögen besteht, vorgenommen werden. Hierzu wird der Endoskopschaft, der einen starren und einen sich verformbaren Teil aufweist, während des Einführvorganges in den Hohlraum durch eine längliche Trokarhülse hindurch geführt. Tritt der sich verformbare Teil des Endoskopschaftes im Hohlraum aus der Trokarhülse hervor, so nimmt er automatisch seine vorgegebene Form an, die derart vorgesehen ist, daß das Bildaufnahmesystem vorzugsweise in Geradeausblickrichtung orientiert ist.

Diese Abwinkelung des Endoskopschaftes im distalen Bereich kann auch gesteuert vorsichgehen, indem innerhalb des sich verformbaren Teils des Endoskopschaftes Bowdenzüge oder steuerbare Gelenke vorgesehen sind, die manuell oder motorisch bedienbar sind.

Neben der Möglichkeit einer 90°-Abwinkelung des Endoskopschaftes im distalen Bereich, die eine zur Endoskoplängsachse parallele aber nicht koaxiale räumliche Beobachtungsmöglichkeit bietet, ist erfindungsgemäß eine weitere Möglichkeit der Abwinkelung des Endoskopschaftes im distalen Bereich vorgesehen, die eine

mit der Achse des proximalen Teils des Endoskopschaftes koaxiale Beobachtung in räumlicher Qualität vor-

sieht. Die vorstehende Beobachtungsvariante weist zusätzlich den Vorteil auf, daß der Operateur einen räumlichen Seheindruck von dem Beobachtungsfeld durch das Endoskop vermittelt bekommt, das sich unmittelbar in Vorstoßrichtung des Endoskops und somit weitgehend koaxial mit der Endoskoplängsachse vor dem distalen Bereich des Endoskops befindet.

Die Handhabung des Endoskops mit koaxialer Anordnung des Festkörper-Bildaufnahmesystems in Geradausblickrichtung ist ähnlich wie bei konventionellen Stablinienendoskopen. Eine Umgewöhnung auf anderweitige Abbildungseigenschaften wird mit dieser Endoskoplösung vermeidbar.

Diese distale Anordnung des Festkörper-Bildaufnahmesystems ist bereits mit nur einem Bildaufnehmer von Vorteil.

Der Einsatz derartiger Stereoendoskope mit möglichst großer Stereobasis, zum Erzielen eines intensiven räumlichen Seheindrucks dient dem Operateur in erster Linie zur besseren Abschätzung von räumlichen Beabstandungen. Insbesondere das Hantieren von weiteren endoskopischen Werkzeugen, zur Durchführung inkorporaler Behandlungen im Sichtkegel des Stereoendoskops wird durch die Räumlichkeit des Seheindrucks entscheidend vereinfacht. Der Operateur ist somit in der Lage mit wenigstens zwei in dem Hohlraum eingebrachten Werkzeugen derart zu agieren, als würde der Operateur einen direkten Einblick zu der zu behandelnden Stelle besitzen. Ferner ist es möglich, absolute Vermessungen durch das erfindungsgemäße Stereoendoskop vorzunehmen. Neben der bereits erwähnten entscheidenden Verbesserung zur kontrollierten Durchführung komplizierter Operationstechniken mittels Endoskopwerkzeugen innerhalb von Hohlräumen, bspw. Magen, Blase, Darm etc., kann mit dem erfindungsgemäßen Stereoendoskop durch die räumliche Beobachtung der gesamten Innenseite von schlauchförmigen Hohlräumen wie Darmgefäße eine verbesserte Diagnose durchgeführt werden.

Gemäß Anspruch 3 weist das am distalen Ende des Endoskops angebrachte Festkörper-Bildaufnahmesystem wenigstens zwei Bildaufnehmer auf, die im wesentlichen aus einem Objektiv und einem lichtempfindlichen Festkörper-Bildsensor, bspw. einem CCD-Array, bestehen. Die jeweils paarweise zugeordneten Bildaufnehmer sind dabei derart zueinander angeordnet, so daß zumindest die optischen Achsen ihre Objektive einen Konvergenzwinkel einschließen, der bspw. über steuerbare Mikrostellelemente einstellbar ist. Durch die Änderung des Konvergenzwinkels ist es bspw. möglich, den Abstand zwischen der Objektivene und dem Entfernungspunkt, an dem sich die Sichtfelder beider Bildaufnahmesysteme überschneiden, in einem gewissen Bereich zu variieren. Somit ist der Operateur in der Lage, das optische System in seinen räumlichen Abbildungsqualitäten optimal an den Entfernungsbereich vor der Objektivene anzupassen, auf den sich das Beobachtungsinteresse, bspw. bedingt durch die Vornahme eines Operationsvorganges mittels weiterer Endoskopwerkzeuge, bezieht.

Ebenso sieht eine bevorzugte Ausführungsform gemäß Anspruch 15 die Veränderbarkeit der Stereobasis der Bildaufnehmer vor, so daß die räumlichen Betrachtungsqualitäten an die aktuellen Gegebenheiten des Sichtfeldes angepaßt werden können.

Zur Beleuchtung der zu beobachtenden inkorporalen Körperstellen dienen vorzugsweise Lichtleiterausgänge, die jeweils in Blickrichtung der Festkörper-Bildaufnahmesysteme angeordnet sind. Eine symmetrische Anordnung der Lichtausgänge um die Bildaufnahmesysteme ermöglicht ferner eine homogene Ausleuchtung, die insbesondere für stereoskopische Aufnahmen unabdingbar sind.

Als besonders vorteilhaft hat sich erwiesen, daß die Bildaufnehmer, zumindest aber die Festkörper-Bildsensoren mechanisch vorzugsweise auf einer einzigen Leiterplatte angebracht sind. Eine derartige Kombination verhindert eine ungewollte Dejustierung und garantiert für eine ungestörte Übertragung der durch die Bildaufnehmer gewonnenen Bildsignale, die durch die Festkörper-Bildsensoren in elektrische Signale umgewandelt und über entsprechende Leitungen entlang des Endoskopschaftes zur einer proximal angebrachten Videobildverarbeitungseinheit weitergeleitet werden.

Die elektronische Ansteuerung der Festkörper-Bildsensoren in Form von geeigneten Taktsignalen, die für eine einwandfreie Funktion der Sensoren notwendig sind, und die Bereitstellung der Versorgungsspannung können für zwei oder mehr Sensoren über identische Signalleitungen bzw. Versorgungsleitungen geleitet werden, da die notwendigen Eingangssignale für die Festkörper-Bildsensoren identisch sind. Die Verwendung von mehr als einem Bildaufnehmer führt somit nicht zu einer Verdopplung der Eingangs-Signalleitungen, so daß der Endoskopquerschnitt auf ein Minimum gehalten werden kann. Pro Bildaufnehmer muß nur eine Ausgangssignalleitung vorgesehen werden, um die Videobildinformation nach proximal zu übertragen.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, daß gemäß Anspruch 20 die für das taktweise Auslesen der Festkörper-Bildsensoren erforderlichen Taktsignale in einer elektronischen Aufbereitungseinheit, die im distalen Bereich des Endoskopschaftes angebracht ist, aufbereitet werden.

Die von zwei Bildaufnahmesystemen aufgenommen einzelnen Objektfelder werden wie bereits besprochen in elektrische Signale umgewandelt und an eine proximal angebrachte Kontroll-, Verarbeitungs- und Darstellungseinheit weitergeleitet. Die proximalseitige Kontrolleinheit sorgt für die Generierung der Takte zum Auslesen der Bildaufnehmer, die Verarbeitungseinheit für die zweikanalige Weiterverarbeitung der durch die Bildaufnehmer gewonnenen Bildsignale die sodann als Videosignale einer Darstellungseinheit zugeleitet werden.

Bspw. können die Videosignale der beiden Bildaufnahmesysteme abwechselnd je 50 mal/sec auf einen Monitor übertragen werden. Mit einem derartigen Monitor, der mittels einer durch Infrarotstrahlen gekoppelten Brille zu betrachten ist, die mit einer Flüssigkristallschicht ausgestattet ist, können beide aufgenommenen Objektfelder, die synchron mit der Bildschirmfrequenz abwechselnd auf dem Bildschirm erscheinen mit dem zugeordneten Auge betrachtet werden. Hierzu nimmt durch synchrone Abdunkelung der Brille das Bild bspw. des rechten Bildaufnahmesystems das rechte Auge und im nächsten Augenblick das des linken Bildaufnahmesystems das linke Auge wahr. Im Gehirn werden die visuellen Informationen bei entsprechend hoher Bildwiedergabefrequenz zu einem dreidimensionalen Bild verarbeitet. Somit kann ein dreidimensionales Bild nach dem vorgenannten "Ein-Monitor-Shutter-Prinzip" erzeugt werden. Durch Betrachten des Bildschirms kann der

Operateur ohne Anstrengung und augenermüdenden Benutzung von Durchblickendoskopen den Vorgang innerhalb eines Hohlraumes beobachten während er mit weiteren Werkzeugendoskopen arbeitet. Operationen werden dadurch erheblich erleichtert, in dem das dreidimensionale Abbild auf dem Monitor quasi einen direkten Blick durch die Bauchdecke ermöglicht.

Gemäß Anspruch 22 ist es vorgesehen, daß der distale Endbereich des Endoskops mit dem Festkörper-Bildaufnahmesystem für die Stereobetrachtung als vom Instrument lösbare Stereovideosonde ausgeführt ist, welches ein magnetisches Element enthält, durch das die Sonde z. B. unter Verwendung eines zweiten äußeren-Magneten an, beispielsweise der Bauchdecke positionierbar und befestigbar ist. Hiermit wird es möglich, Beobachtungspositionen einzunehmen, an die man mit einem einzigen Endoskopeinstich nicht hinkommt, ohne dabei weitere Einstiche vornehmen zu müssen. Ist erst einmal die Videosonde in das Körperinnere eingebracht und mittels eines äußeren Magneten unterhalb der bspw. Bauchdecke fixiert, so kann durch Verschieben des äußeren Magneten die Videosonde an fast beliebige Stellen unterhalb der Bauchdecke gebracht werden.

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung exemplarisch beschrieben, auf die im übrigen bezüglich der Offenbarung aller im Text nicht näher erläuterten erfindungsgemäßen Einzelheiten ausdrücklich verwiesen wird. Es zeigen:

Fig. 1 in einem Hohlraum eingebrachtes Stereoendoskop mit 90° Abwinkelung des Endoskopschaftes,

Fig. 2a, b Querschnittsdarstellung des erfindungsgemäßen Seitblickendoskopkopfes Fig. 3a, b Seitenansicht eines Stereo-Seitblickendoskops mit zweifachen Ablenkung im distalen Bereich des Endoskopschaftes zur coaxialen Ausrichtung des Endoskopschaftes zur Endoskoplängsachse und

Fig. 4 Querschnittsdarstellung durch den distalen Endoskopbereich mit Geradeaus- und Seitblickoptik.

In Fig. 1 ist eine Querschnittsdarstellung abgebildet, die ein Stereoseitblickendoskop zeigt, das durch eine Trokarhülse (1) in das Innere eines menschlichen Hohlraumes durch die Bauchdecke (2) eingeführt ist. Nachdem der beweglich ausgebildete Teil des Endoskopschaftes (4) ganz aus der Trokarhülse (1) im Körperinneren herausragt, klappt der distale Bereich um etwa 90° zur Endoskoplängsachse um. Der Klappmechanismus kann bspw. durch in dem beweglichen Teil des Endoskopschaftes eingebrachte Erinnerungsmaterialien, mit thermischem oder mechanischem Gedächtnisvermögen ausgelöst werden. Ebenso können geeignet angebrachte Bowdenzüge im inneren des Endoskopschaftes die Umlenkung des distalen Bereichs bewirken.

Die zur Stereobetrachtung erforderlichen Bildaufnahmesysteme bestehen aus einem Paar identisch ausgebildeter Bildaufnehmer, die jeweils einen Festkörper-Bildsensor (5) aufweisen, vor den in Blickrichtung jeweils ein Objektiv (6) angebracht ist. Die Festkörper-Bildsensoren, sind auf einer gemeinsamen Leiterplatte (7) angeordnet, damit ungewollte Dejustierungen vermeidbar sind. Der Festkörper-Bildsensor (5) ist in aller Regel ein CCD-Array in Form eines Chips. Es können jedoch auch lichtempfindliche Sensorelemente verwendet werden, sogenannte "Die-Elemente", die keine weiteren Gehäuseelemente aufweisen.

Die Festkörper-Bildsensoren sind in Achsrichtung des Endoskopschaftes hintereinander angeordnet, so

daß die Möglichkeit der gegenseitigen Beabstandung in fast beliebigen Bereichen variierbar ist.

Durch die gegenseitige Überlappung beider Objektfelder die in der Fig. 1 als schraffierter Bereich dargestellt ist, ist eine räumliche Betrachtungsweise durch das Endoskop möglich.

Wird das Endoskop an seinem starren Endoskopschaft (3) durch die Trokarhülse aus dem Hohlraum wieder entnommen, so richtet sich der verformbare Abschnitt (4) des distalen Bereichs des Endoskops wieder parallel zur Endoskopachse aus, so daß die in der Fig. 1 dargestellt Orientierung der Blickrichtung, die im ausgefahrenen Zustand des Endoskops coaxial zur Achse des starren Endoskopschaftes (3) verläuft, wieder in eine Seitblickrichtung zurückklappt. Durch Drehung des Endoskopschaftes um seine Längsachse ist es möglich, noch bevor der Bildaufnahmekopf in der Trokarhülse (1) verschwindet, den gesamten Hohlraum in einem 360°-Schwenk zu beobachten.

Unter Verwendung eines durchsichtigen Materials für die Trokarhülse 1 können mit dieser Vorrichtung auch-Seitblick-Beobachtungen vorgenommen werden, gleichwohl der distale Bereich des Endoskops bereist vollkommen in der Trokarhülse steckt.

In Fig. 2a ist eine deutlichere Querschnittsdarstellung durch den distalen Bereich des Endoskops wiedergegeben.

Die parallel angeordneten Festkörper-Bildsensoren (5) sind auf einer gemeinsamen Leiterplatte (7) angeordnet. Den lichtempfindlichen Bildsensoren (5) gegenüberliegend sind jeweils Objektivlinsen (6) zugeordnet, die den Lichteinfall durch die Eintrittsfenster (7) entsprechend auf die lichtempfindlichen Bildsensoren (5) abbilden. Zur Beleuchtung der zu untersuchenden Objekte sind in Blickrichtung und symmetrisch zu den Bildaufnehmern Lichtleiterausgänge (8) vorgesehen, die für eine ausreichende Beleuchtung beider Objektfelder sorgen. Durch die Variation der Stereobasis Sb, kann der räumliche Eindruck verstärkt bzw. abgeschwächt werden. Hierzu sind die Bildaufnehmer bewegbar zueinander angeordnet.

In Fig. 2b ist ähnlich zu Fig. 2a eine Querschnittsdarstellung wiedergegeben, bei der ein modifiziertes optisches System dargestellt ist, mit dem prinzipiell auch geringere Stereobasen realisierbar sind. Die Bezugswerte sind an die vorgehenden Figuren angelehnt. Unter Verwendung von sogenannten Kantenprismen 9 können die Strahlenverläufe weitgehend verlustfrei umgelenkt werden, so daß bei fest eingestellter Beabstandung der Festkörper-Bildsensoren 5 eine von diesem Abstand abweichende Stereobasis Sb einstellbar ist. Ferner ist in der Anordnung der Fig. 2b ein Bildaufnehmer in Geradeausblick-Richtung angebracht.

In Fig. 3a ist ein Seitenanblick eines Stereoendoskops dargestellt, dessen Blickrichtung coaxial mit der starren Endoskopachse nach zweimaliger Abwinkelung im verformbaren Teil des Endoskops, verläuft. Durch die beiden Biegebereiche (4), die jeweils gegenläufige Biegelinien aufweisen, kann der ursprünglich in Seitblickrichtung orientierte distale Bereich des Endoskops derart orientiert werden, daß die Blickrichtung durch das Bildaufnahmesystem coaxial mit der starren Endoskopachse verläuft. Abermals kann der quasi "S-förmige" Biegeverlauf im distalen Bereich des Endoskops durch formgebende Materialien, die bspw. über ein Gedächtnisvermögen verfügen, hervorgerufen werden. Ebenso sind gesteuerte Biegekurven über Bowdenzügen oder steuerbare Gelenke erzielbar.

Das Einbringen des an sich nicht geradlinigen Endoskopkopfes erfolgt ebenfalls mit Hilfe einer Trokarröhre (1), die während des Einführvorgangs in einen Hohlraum eine geradlinige Formgebung des Endoskopschaftes erzwingt (siehe hierzu Fig. 3b). Tritt der distale Bereich in Vorschubrichtung aus der Trokarröhre heraus, so nimmt der distale Bereich automatisch seine vorgegebene Form in der beschriebenen Weise ein.

Als weitere besondere Ausführungsform sind in beiden der vorgenannten Endoskopen Führungskanäle vorgesehen, durch die insbesondere im abgewinkelten Zustand der distalen Bereiche Werkzeuge in den Beobachtungsbereich einbringbar sind (nicht dargestellt). Hiermit kann mit nur einem Endoskopeingriff sowohl eine räumliche Beobachtung als auch Manipulationen mit geeigneten Werkzeugen vorgenommen werden.

Es ist jedoch auch denkbar, daß eine Vielzahl von Bildaufnahmesystemen in dem distalen Bereich des Endoskopschaftes vorgesehen werden können. Als besonders geeignete Ausführungsform zeigt die Fig. 4 neben den Bildaufnehmern in der Seitblickrichtung ein zusätzlicher Bildaufnehmer in der Geradeaus-Blick-Richtung, so daß eine simultane Beobachtung in beiden Blickrichtungen möglich ist.

Durch einen Strahlteiler 9 in Form eines quaderförmigen Kantenprismas sind zwei im rechten Winkel zueinander stehende Festkörper-Bildsensoren 5' und 5'' synchron mit dem Abbild der jeweiligen Objektfelder mittels der zugehörigen Objektive 6' und 6'' zu beaufschlagen. Zu den einzelnen Bildaufnahmesystemen, die in Fig. 4 nur im Querschnitt dargestellt sind, sind in neben-einanderangeordneter Weise weitere Bildaufnahmesysteme in der gleichen 90°-Anordnung zu denken.

Patentansprüche

1. Endoskop mit einem Endoskopschaft, an dessen distalem Ende ein Festkörper-Bildaufnahmesystem angeordnet ist, das in Art einer Seitblickoptik ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Festkörper-Bildaufnahmesystem wenigstens zwei Bildaufnehmer aufweist, und daß der Endoskopschaft im distalen Bereich derart abwinkelbar ist, daß die Blickrichtung des Festkörper-Bildaufnahmesystems oder zumindest eines Bildaufnehmers in etwa parallel zur Achse des proximalen Teils des Endoskopschaftes ist.
2. Endoskop mit einem Endoskopschaft, an dessen distalem Ende ein Festkörper-Bildaufnahmesystem angeordnet ist, das in Art einer Seitblickoptik ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Festkörper-Bildaufnahmesystem wenigstens einen Bildaufnehmer aufweist, und daß der Endoskopschaft im distalen Bereich derart abwinkelbar ist, daß die Blickrichtung des Festkörper-Bildaufnahmesystems in etwa koaxial mit der Achse des proximalen Teils des Endoskopschaftes ist.
3. Endoskop nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Festkörper-Bildaufnahmesystem zwei Bildaufnehmer zur Stereobetrachtung derart aufweist, daß die optischen Achsen der beiden Bildaufnehmer zueinander einen Konvergenzwinkel aufweisen, so daß die, aus zwei Blickrichtungen aufgenommenen Objektfelder annähernd identisch sind.
4. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Bildaufnehmer einen Festkörper-Bildsensor und eine Abbildungsop-

tik aufweist.

5. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildaufnehmer im distalen Bereich des Endoskops axial hintereinander angeordnet sind.
6. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Konvergenzwinkel zwischen den Bildaufnehmern durch steuerbare Mikrostellelemente einstellbar ist.
7. Endoskop nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die steuerbaren Mikrostellelemente die Lage der Abbildungsoptik eines Bildaufnehmers justieren.
8. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der distale Bereich des Endoskopschaftes Lichtleiterausgänge in Blickrichtung aufweist, die symmetrisch zu den Bildaufnehmern angeordnet sind und das Objektfeld ausleuchten.
9. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Endoskopschaft im distalen Bereich eine Baueinheit vorgesehen ist, die eine diskrete, vorgebbare Gestalt des Endoskopschaftes im distalen Bereich im abgewinkelten Zustand bestimmt, und daß während des Einführvorgangs des Endoskops mit Hilfe einer länglichen Trokarröhre der gesamte Endoskopschaft eine gestreckte Form annimmt.
10. Endoskop nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Baueinheit zur Abwinkelung des Endoskopschaftes im distalen Bereich aus einem Werkstoff mit thermischem oder mechanischem Gedächtnisvermögen besteht.
11. Endoskop nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Abwinkelung des Endoskopschaftes im distalen Bereich über Bowdenzüge oder steuerbare Gelenke erfolgt.
12. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Festkörper-Bildsensoren mechanisch verbunden sind.
13. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Festkörper-Bildsensoren der Bildaufnehmer auf einer einzigen Leiterplatte aufgebracht sind.
14. Endoskop nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Festkörper-Bildsensoren bildfassende Festkörperelemente, bspw. Halbleiterschips (Die) oder CCD-Arrays sind, die auf einem einzigen Keramikträger aufgebracht sind.
15. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der gegenseitige Abstand und damit die Stereobasis der Bildaufnehmer veränderbar ist.
16. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß im Endoskopschaft im distalen Bereich ein zusätzlicher Bildaufnehmer in Geradeausblickrichtung vorgesehen ist.
17. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Festkörper-Bildsensoren zum Erfassen und Auslesen der Bildinformation mehrere Taktsignale und Versorgungsspannungen als Eingangssignale benötigen und zumindest ein Ausgangssignal liefern, das die Bildinformation enthält.
18. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Eingangssignale für zwei oder mehr Festkörper-Bildsensoren identisch sind, so daß für mehr als ein Sensor die Anzahl

der Signalleitungen für Eingangssignale von der proximalseitigen Versorgungseinheit zur distalen Instrumentenspitze konstant bleibt.

19. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß pro Festkörper-Bildsensor jeweils eine Ausgangssignalleitung zur Informationsübertragung von distal- zur proximal-seitigen Weiterverarbeitung notwendig ist. 5

20. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß eine elektronische Aufbereitungseinheit für die zum Auslesen der Festkörper-Bildsensoren erforderlichen Taktsignale im Endoskopschaft im distalen Bereich vorgesehen ist. 10

21. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufbereitungseinheit die gemeinsamen Taktsignale für zwei oder mehr Festkörper-Bildsensoren zusammen aufbereitet und bereitstellt. 15

22. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß der distale Endbereich des Endoskops fit dem Festkörper-Bildaufnahmesystem für die Stereobetrachtung als vom Instrument lösbare Stereovideosonde ausgeführt ist, welches ein magnetisches Element enthält, durch das die Sonde z. B. unter Verwendung eines zweiten äußeren Magneten an beispielsweise der Bauchdecke positionierbar und befestigbar ist. 20 25

23. Endoskop nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Stereovideosonde mit einer proximalen Kontroll-, Verarbeitungs- und Darstellungseinheit verbunden ist, so daß die Kontrolleinheit die Versorgungen und die Takte zum Auslesen der Bildaufnehmer bereitstellt, die Verarbeitungseinheit die zweikanalige Weiterverarbeitung der Bildsignale der beiden Bildaufnehmer des Stereoendoskops und die Aufbereitung der Videosignale zur Stereodarstellung übernimmt und einer Darstellungseinheit, die auf dem Ein-Monitor/Shutter-Prinzip oder dem Zwei-Monitor-Prinzip beruht, die stereoskopische Darstellung ermöglicht. 30 35 40

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

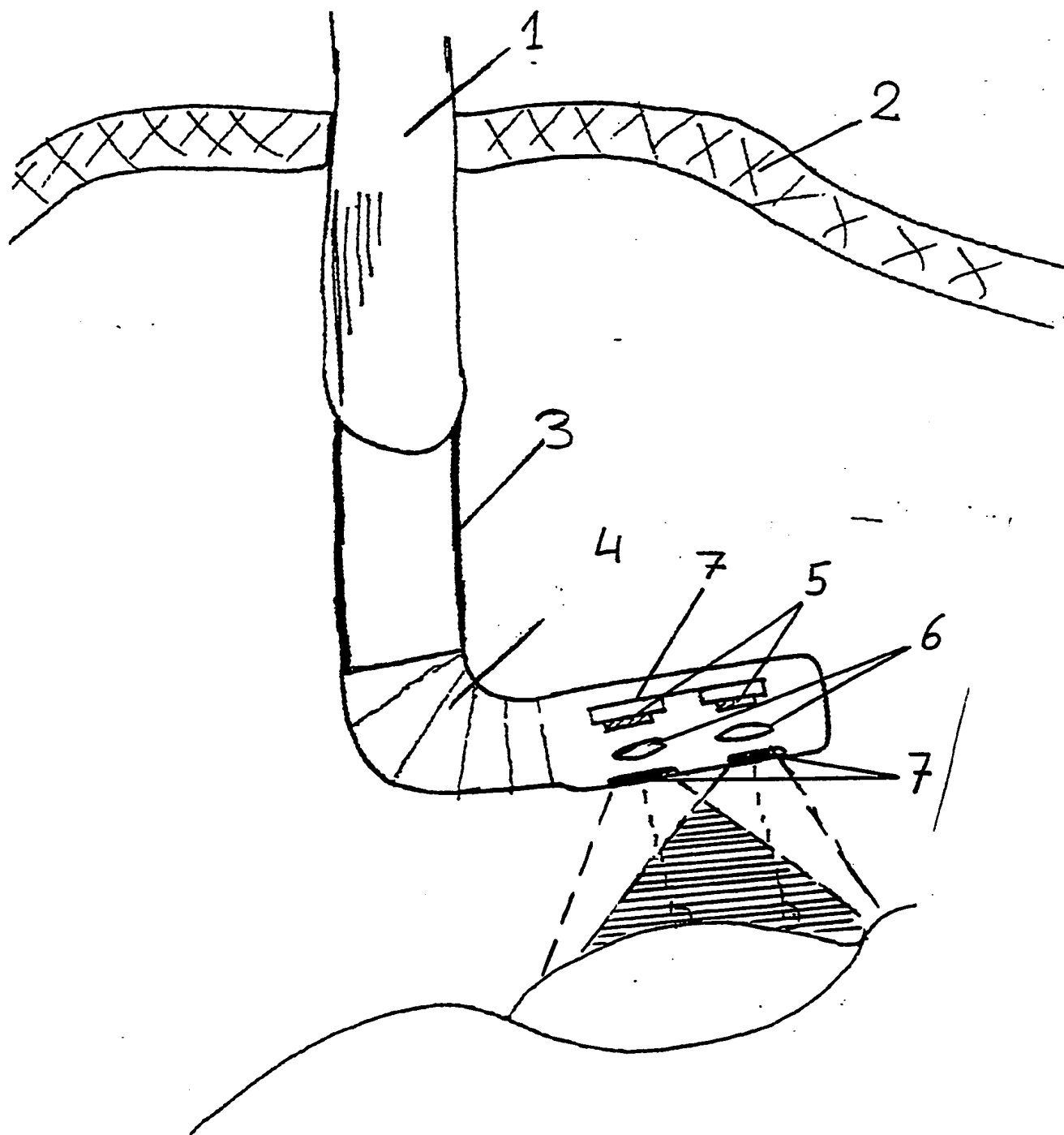


Fig. 1

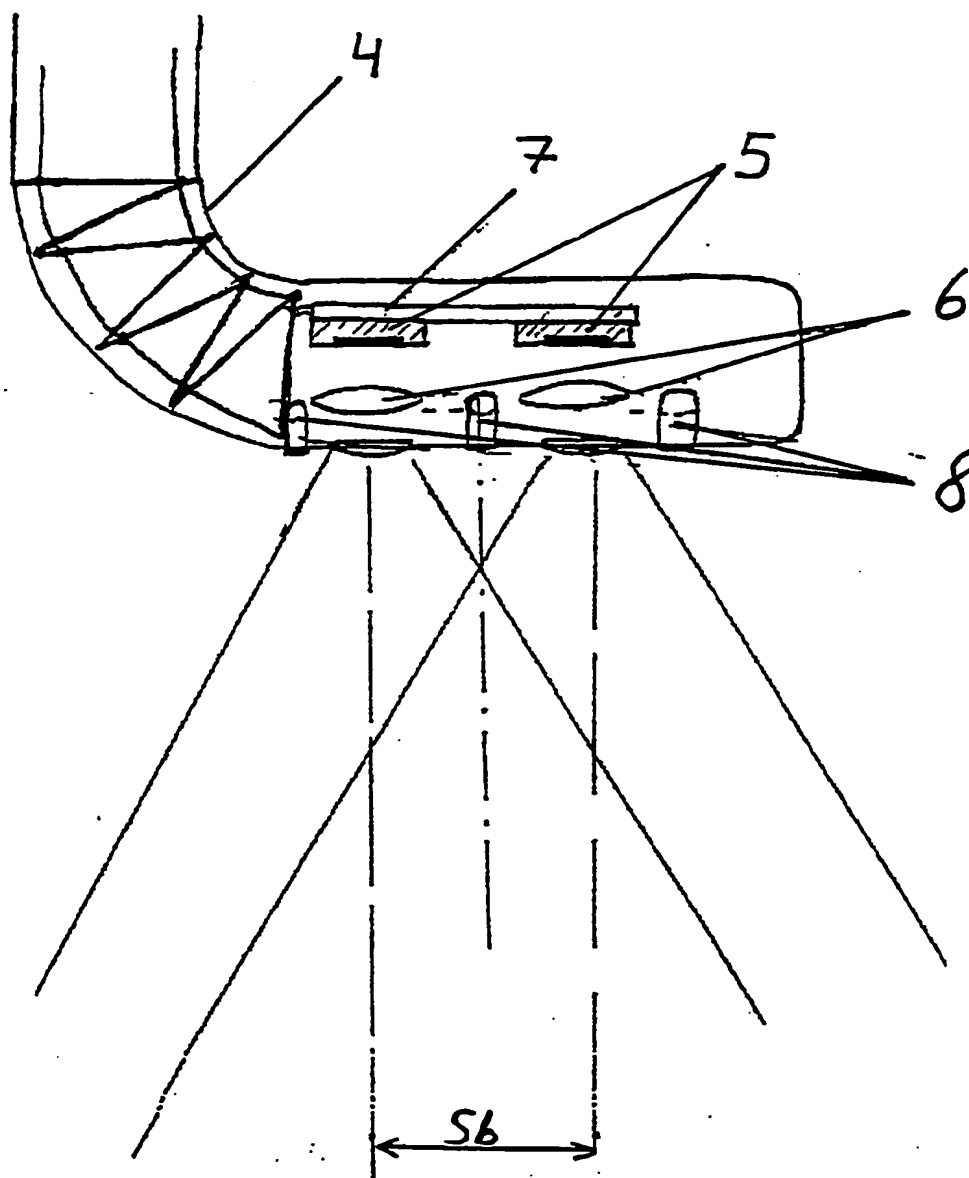


Fig. 2a

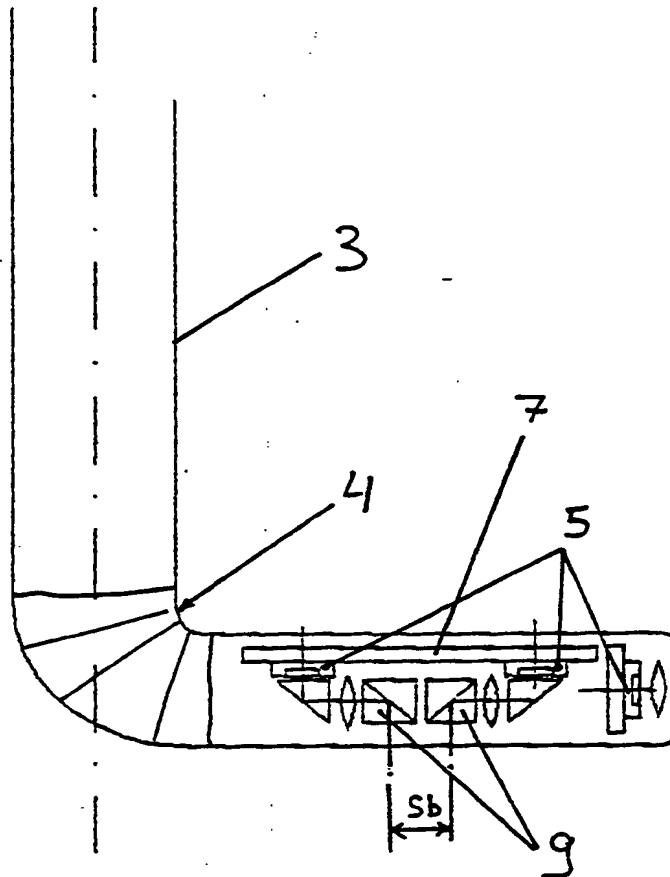


Fig. 2b

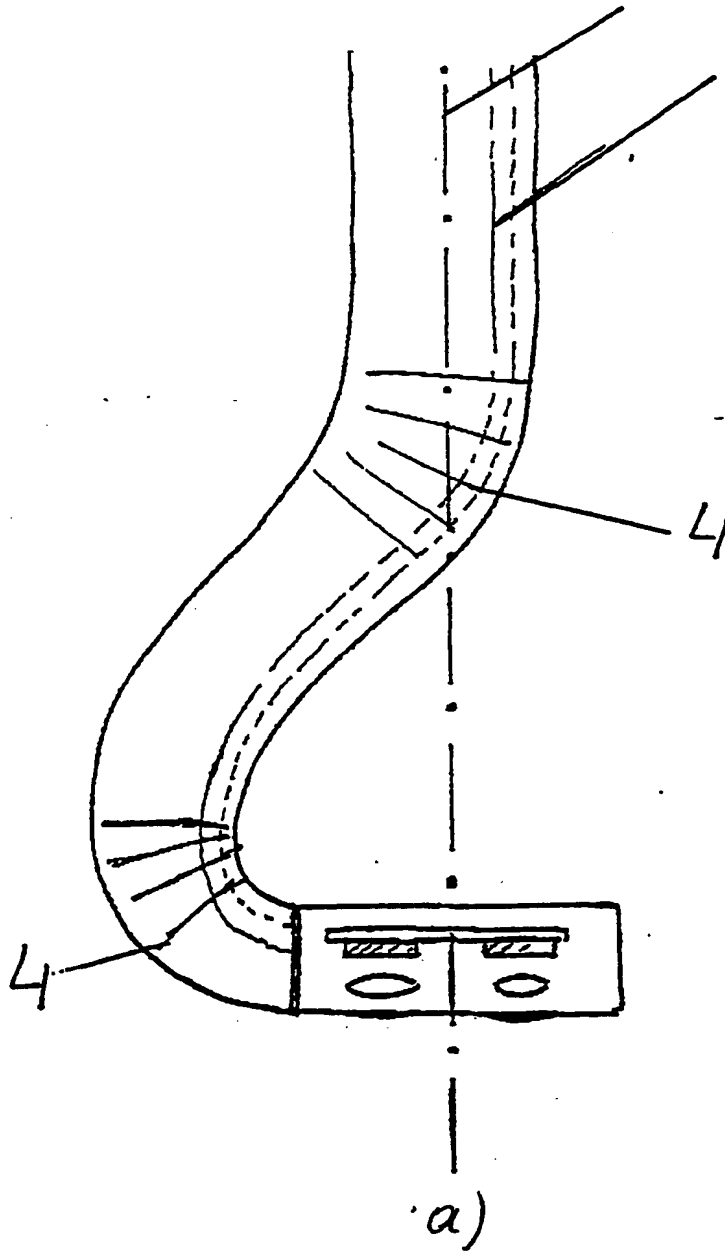
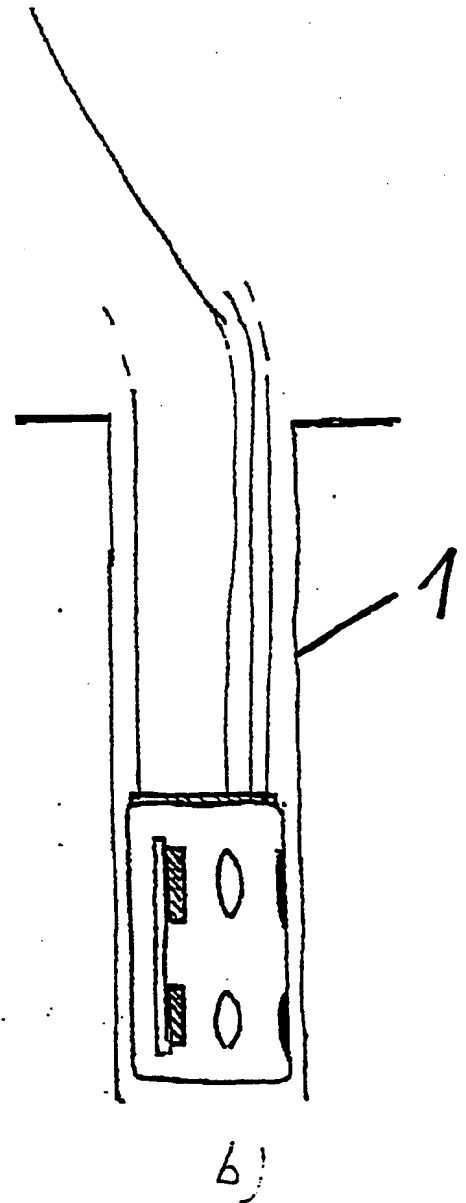


Fig. 3



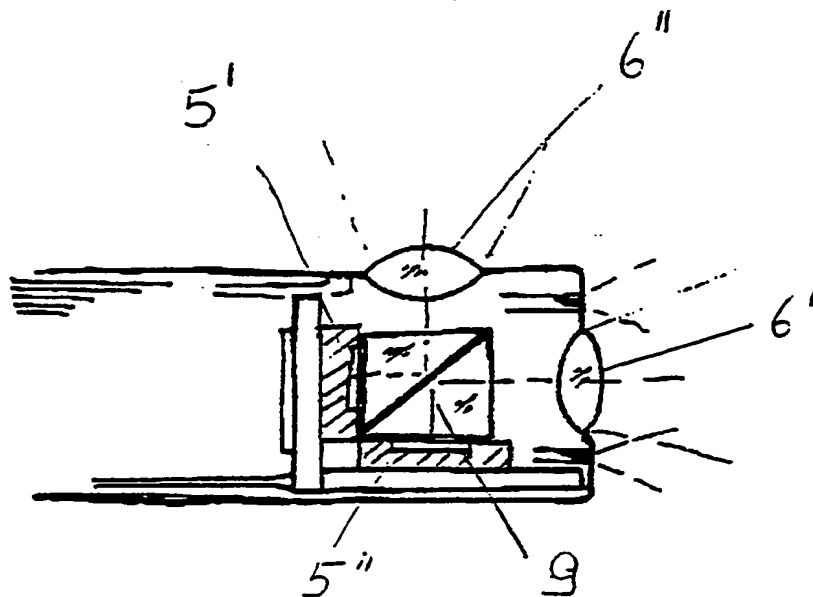


Fig. 4